

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Shigeharu SUMI et al.

Patent Art Unit: to be assigned

Serial No.: 10/829,332

Examiner : to be assigned

Filed: April 22, 2004

For: HYDRODYNAMIC BEARING, METHOD
OF MANUFACTURING THE SAME,
METHOD OF MANUFACTURING SHAFT
MEMBER FOR HYDRODYNAMIC
BEARING, SPINDLE MOTOR, AND
RECORDING DISK DRIVING
APPARATUS

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Commissioner for Patents
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. §119, Applicants file herewith a certified copy of Japanese Application No. 2003-116714, filed April 22, 2003 and Japanese Application No. 2004-055771, filed March 1, 2004 in accordance with the International Convention for the Protection of Industrial Property, 53 Stat. 1748. Applicants hereby claim priority under 35 U.S.C. §119 in accordance with the International Convention for the Protection of Industrial Property, 53 Stat. 1748.

Respectfully submitted,

John Robert

Steven Roberts
Attorney of Record
Reg. No. 39,346

SHINJYU GLOBAL IP COUNSELORS, LLP
1233 Twentieth Street, NW, Suite 700
Washington, DC 20036
(202)-293-0444

Dated: May 17, 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 4 月 2 2 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 1 6 7 1 4
Application Number:

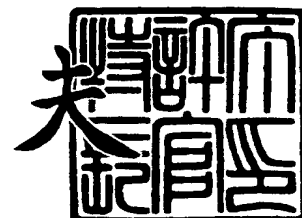
[ST. 10/C]: [J . P 2 0 0 3 - 1 1 6 7 1 4]

出 願 人 日 本 電 産 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 3 月 1 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 310004

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F16C 33/14
F16D 1/06
H02K 7/08
G11B 19/20

【発明者】

【住所又は居所】 滋賀県愛知郡愛知川町中宿 2 4 8 日本電産株式会社滋
賀技術開発センター内

【氏名】 角 茂治

【発明者】

【住所又は居所】 滋賀県愛知郡愛知川町中宿 2 4 8 日本電産株式会社滋
賀技術開発センター内

【氏名】 大広 武志

【特許出願人】

【識別番号】 000232302

【氏名又は名称】 日本電産株式会社

【代表者】 永守 重信

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 057495

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 動圧軸受及びその製造方法、動圧軸受の製造装置、スピンドルモータ並びに記録ディスク駆動装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 円柱状のシャフトと、該シャフトの一方の端面に接合される円板状のスラストプレートと、該シャフトが相対回転自在に挿通される一方の端部が閉塞された中空円筒状の軸受部材と、該シャフトと該軸受部材との間に形成されるラジアル動圧軸受部と、該スラストプレートと該軸受部材との間に形成されるスラスト動圧軸受部とを備えた動圧軸受であって、

前記シャフトと前記スラストプレートのいずれか一方の接合面には、前記シャフトの外径よりも小径で、且つ軸線方向に凹陷する円形状の凹部が設けられ、また該凹部内にはこれよりも軸線方向に突出する円周状の突起が設けられていると共に、前記シャフトの端面において該凹部よりも外径側の領域は前記スラストプレートに対する当接面として機能し、

前記シャフトと前記スラストプレートとは相互に軸線方向に対向する方向に加圧付勢され、且つ前記シャフトと前記スラストプレートとに所定電圧を印加することにより前記突起を溶融させ接合されており、

前記突起の溶融物は前記凹部に収容されていることを特徴とする動圧軸受。

【請求項 2】 前記凹部及び前記突起は、前記シャフトの接合面に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の動圧軸受。

【請求項 3】 円柱状のシャフトと、該シャフトの一方の端面に接合される円板状のスラストプレートと、該シャフトが相対回転自在に挿通される一方の端部が閉塞された中空円筒状の軸受部材と、該シャフトと該軸受部材との間に形成されるラジアル動圧軸受部と、該スラストプレートと該軸受部材との間に形成されるスラスト動圧軸受部とを備えた動圧軸受であって、

前記シャフトと前記スラストプレートのいずれか一方の接合面には前記シャフトの外径よりも小径で、且つ軸線方向に凹陷する環状溝が設けられ、また他方の接合面にはこれよりも軸線方向に突出する円周状の突起と該突起よりも小径な環状凹部が設けられていると共に、前記シャフトの端面において該環状溝よりも外

径側の領域は前記スラストプレートに対する当接面として機能し、

前記シャフトと前記スラストプレートとは相互に軸線方向に対向する方向に加圧付勢され、且つ前記シャフトと前記スラストプレートとに所定電圧を印加することにより前記突起を溶融させ接合されており、

前記突起の溶融物は前記環状溝に收容されていることを特徴とする動圧軸受。

【請求項4】 前記突起は前記シャフトの接合面に設けられており、前記環状溝は前記スラストプレートの接合面に設けられていることを特徴とする請求項3に記載の動圧軸受。

【請求項5】 円柱状のシャフトと、該シャフトの一方の端面にその軸心に対して実質的に直交するよう接合される円板状のスラストプレートと、該シャフトが相対回転自在に挿通される一方の端部が閉塞された中空円筒状の軸受部材と、該シャフトの外周面と該軸受部材の内周面との間に形成されるラジアル動圧軸受部と、該スラストプレートと該軸受部材との間に形成されるスラスト動圧軸受部とを備えた動圧軸受の製造方法であって、

前記シャフトと前記スラストプレートのいずれか一方の接合面に、前記シャフトの外径よりも小径で、且つ軸線方向に凹陷する円形状の凹部と、該凹部内に位置し、且つこれよりも軸線方向に突出する円周状の突起とを設け、

前記シャフトと前記スラストプレートとは相互に軸線方向に対向する方向に加圧付勢し、且つ前記シャフトと前記スラストプレートとに所定電圧を印加して前記突起を前記シャフトの接合面において前記凹部よりも外径側の領域が前記スラストプレートの接合面に当接するまで溶融させると共に、該突起の溶融物を前記凹部に收容して溶接固定することを特徴とする動圧軸受の製造方法。

【請求項6】 円柱状のシャフトと、該シャフトの一方の端面にその軸心に対して実質的に直交するよう接合される円板状のスラストプレートと、該シャフトが相対回転自在に挿通される一方の端部が閉塞された中空円筒状の軸受部材と、該シャフトと該軸受部材との間に形成されるラジアル動圧軸受部と、該スラストプレートと該軸受部材との間に形成されるスラスト動圧軸受部とを備えた動圧軸受の製造方法であって、

前記シャフトと前記スラストプレートのいずれか一方の接合面に前記シャフト

の外径よりも小径で、且つ軸線方向に凹陷する環状溝が設け、また他方の接合面にこれよりも軸線方向に突出する円周状の突起と該突起よりも小径な環状凹部とを設け、

前記シャフトと前記スラストプレートとは相互に軸線方向に対向する方向に加圧付勢し、且つ前記シャフトと前記スラストプレートとに所定電圧を印加して前記突起を前記シャフトの接合面において前記環状溝よりも外径側の領域が前記スラストプレートの接合面に当接するまで溶融させると共に、該突起の溶融物を前記環状溝及び前記環状凹部に収容して溶接固定することを特徴とする動圧軸受の製造方法。

【請求項 7】 円柱状のシャフトと、該シャフトの一方の端面にその軸心に対して実質的に直交するよう接合される円板状のスラストプレートとを抵抗溶接によって接合するための動圧軸受の製造装置であって、

前記シャフト及び前記スラストプレートを相互に軸線方向に対向する方向に加圧付勢し、且つ前記シャフトと前記スラストプレートとに所定電圧を印加するために軸線方向に対向配置された一対の電極と、

前記シャフトの軸心と前記スラストプレートの中心位置とを合致させるための調芯用治具とを備え、

前記調芯用治具は、前記シャフトが挿通されることによってその軸心を所定位置に位置決めして保持するための円筒状のシャフト保持部と、前記スラストプレートが圧入されることによってその中心位置を所定位置に位置決めして保持するための環状のスラストプレート保持部とからなり、該スラストプレート保持部が樹脂から形成されてなることを特徴とする動圧軸受の製造装置。

【請求項 8】 請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の動圧軸受を備えてなることを特徴とするスピンドルモータ。

【請求項 9】 請求項 8 に記載のスピンドルモータによって記録ディスクを回転駆動することを特徴とする記録ディスク駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、シャフトに対して接合される円板状のスラストプレートを有する動圧軸受及びその製造方法、動圧軸受の製造装置、動圧軸受を備えたスピンドルモータ並びにスピンドルモータによって記録ディスクを回転駆動する記録ディスク駆動装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

【特許文献 1】 特開 2 0 0 0 - 3 2 4 7 5 3 号公報

【特許文献 2】 特開 2 0 0 3 - 0 9 7 5 4 5 号公報

【特許文献 3】 特開 2 0 0 2 - 1 6 8 2 4 0 号公報

【特許文献 4】 特開 2 0 0 3 - 0 5 6 5 6 7 号公報

従来から、ハードディスク駆動装置、リムーバブルディスク駆動装置等において、記録ディスクを回転駆動するモータの軸受として、モータ回転時に、シャフトとスリーブとの間隙に保持される潤滑流体により動圧を発生させロータの回転を支持する動圧軸受が用いられ、種々提案されている。このような動圧軸受は、例えば、ラジアル動圧軸受部とスラスト動圧軸受部とからなり、円柱状のシャフトとその軸心に対して実質的に直交するよう設けられるスラストプレートとからシャフト部を構成し、シャフトの外周面でラジアル動圧軸受部を、スラストプレートの平面でスラスト動圧軸受部を構成している。

【0 0 0 3】

このようなシャフトとスラストプレートとは、例えばスラストプレートを円環状に形成してシャフトの一方の端部側外周面に圧入し、その後シャフトの端面とスラストプレートとの接合部とをレーザ溶接して固定する方法が知られている（特許文献 1 参照）。

【0 0 0 4】

あるいは、シャフトの端部外周面と円環状のスラストプレートの内周面とにそれぞれネジ部を設けておき、相互に螺着して固定する方法も知られている（特許文献 2 参照）。

【0 0 0 5】

近年、パソコン等の機器に使用されていた記録ディスク駆動装置は、より小型

で持ち運べる情報端末への適用が開始されており、スピンドルモータに対しては、これまでの高速且つ高精度な回転に加え、より小型且つ薄型化並びに低コスト且つ低消費電力化が望まれるようになってきた。

【0 0 0 6】

しかしながら、そのような要求に応えるためには当然にシャフトの軸線方向の寸法を短くしなければならないが、上記した圧入とレーザ溶接との併用（特許文献 1）や螺着（特許文献 2）によるシャフトとスラストプレートとの固定の場合、シャフトの軸心に対するスラストプレートの直角度を精度良く維持しようとする、スラストプレートのある程度厚くしなければならず、このためラジアル動圧軸受部によるシャフトの支持長さを十分に確保することが困難となる。

【0 0 0 7】

スピンドルモータにおいて、記録ディスクが搭載されるロータの回転時の触れ回り等、ロータの姿勢の保持は専らラジアル動圧軸受部に依存している。従って、ロータの姿勢を安定して保持するためには、ラジアル動圧軸受部によるシャフトの支持長さを十分に取る必要があることから、要求される回転精度を維持しながらモータ全体を小型・薄型化することは非常に困難であった。

【0 0 0 8】

また、スラストプレートの厚みを薄くするために、シャフトとスラストプレートとを一体に形成する方法（特許文献 3 参照）や、シャフトと円板状のスラストプレートとをその軸心部分を抵抗溶接することによって固定する方法（特許文献 4 参照）が提案されている。

【0 0 0 9】

【発明が解決しようとする課題】

上記したシャフトとスラストプレートとを一体に形成する方法（特許文献 3）や、シャフトと円板状のスラストプレートとを抵抗溶接によって固定する方法（特許文献 4）によれば、要求される回転精度を維持しながらモータ全体を小型・薄型化することは可能となるが、依然として以下のような技術的課題を有していた。

【0 0 1 0】

すなわち、シャフトやスラストプレートといった動圧軸受を構成する部材には、鑄造による成形方法は不向きである。これは、鑄造では部材の表面に数多くの微小穴が形成されることとなるためであり、鑄造工程後にシャフトやスラストプレートの表面を切削による仕上げ加工（表面の精度出し加工）を行った場合、その微小穴内に切削時に生じた切り粉等の金属パーティクルが侵入し、洗浄を行っても完全な除去が困難であることに起因している。万一、切り粉等の金属パーティクルが部材表面に残ったまま動圧軸受として使用した場合、回転によるオイルの流動によって徐々に微小穴内の金属パーティクルが掻き出されてオイル内に混入するので、軸受部の焼き付きや損傷等の問題を誘発する原因となる。

【0011】

このため、シャフトやスラストプレートは金属の棒材を削出し等の切削加工することで形成する方法が一般的であるが、上記した特許文献3のようにシャフトとスラストプレートとを一体に形成した場合、シャフトの外周面からフランジ状に張り出すスラストプレートよりも大径な金属の棒材を切削加工することとなるため、加工に長時間を要してしまい歩留まりが悪化して生産性が低下する。また部材の無駄も多いことから低コスト化を阻害する原因ともなる。

【0012】

加えて、シャフトとスラストプレートとを一体に形成した場合、スラスト動圧軸受部を構成するスラストプレートの平面の仕上げ加工を行った場合に、シャフトの付け根部分（シャフトとスラストプレートとの角部）に切削加工のためのバイトが当たってしまい、その部分がシャフト外周面の全周にわたって削り取られてしまう。このため、シャフトの剛性を維持しようとするシャフトを大径化せざるを得ず、シャフトが大径化されることによって、スラストプレート平坦面の面積を確保し必要なスラスト方向の支持剛性を得ようとするスラストプレートも大径化する必要があるため、ラジアル動圧軸受部やスラスト動圧軸受部において回転時のオイルの粘性抵抗が大きくなり、モータの回転負荷が増大するので消費電力量も大きくなる。

【0013】

また、シャフトと円板状のスラストプレートとをその軸心部分を抵抗溶接する

ことによって固定する方法（特許文献 4）では、シャフトとスラストプレートとを一体に形成した場合のようなコストや消費電力量の増大といった問題を回避することが可能であるが、シャフトの軸心付近に設けられる突起とスラストプレートとを点接触させて抵抗溶接を行うことから、シャフトとスラストプレートとを加圧して相互に押し付けた場合に生じる応力と熱とがシャフトの突起部分に集中することとなるため、厚みの薄いスラストプレートを使用する場合に歪み等の変形が生じる懸念がある。更に、シャフトの軸心付近で抵抗溶接を行うので十分な溶接面積の確保が困難であり、溶接強度にバラツキが生じる懸念もある。このような溶接強度のバラツキをきらって大電圧を印加したり通電時間を長くしたりすると、シャフトやスラストプレートの電極接触部が溶けてしまったり、溶接部分が高温となりすぎ熔融した金属が飛散するいわゆる溶接塵の発生といった新たな問題が惹起される。

【0014】

スラスト動圧軸受部を構成するスラストプレートに歪みが生じると、当然のことながら支持精度が悪化するため、安定して回転することができなくなる。また溶接塵は前記した金属パーティクルと同様に洗浄によっても完全な除去は困難であることから、軸受部の焼き付きや損傷の原因となる。

【0015】

更に、抵抗溶接によってシャフトとスラストプレートとを接合する場合、加工公差等による寸法精度のバラツキの影響を排除し、且つ軸支持に影響しない程度にこれら部材を高精度に接合するためには、溶接時にこれらシャフト及びスラストプレートを調芯するための調芯用治具によって、寸法精度のバラツキを吸収する必要がある。

【0016】

本発明は、上記に鑑みてなされたもので、要求される支持剛性及び精度を維持しつつも、より小型且つ薄型化並びに低コスト化することが可能な動圧軸受及びその製造方法を提供することを目的としている。

【0017】

また、本発明は、抵抗溶接によって接合されるシャフトとスラストプレートと

を同心度良く保持することが可能で、高精度な接合を実現することが可能な動圧軸受の製造装置を提供することを目的としている。

【0018】

更に、本発明は、要求される回転精度を維持しながら全体を小型・薄型化すると共に、低コスト且つ低消費電力化が可能なスピンドルモータ並びに記録ディスク駆動装置を提供することを目的としている。

【0019】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明の請求項1の動圧軸受は、円柱状のシャフトと、該シャフトの一方の端面に接合される円板状のスラストプレートと、該シャフトが相対回転自在に挿通される一方の端部が閉塞された中空円筒状の軸受部材と、該シャフトと該軸受部材との間に形成されるラジアル動圧軸受部と、該スラストプレートと該軸受部材との間に形成されるスラスト動圧軸受部とを備えた動圧軸受であって、前記シャフトと前記スラストプレートのいずれか一方の接合面には、前記シャフトの外径よりも小径で、且つ軸線方向に凹陷する円形状の凹部が設けられ、また該凹部内にはこれよりも軸線方向に突出する円周状の突起が設けられていると共に、前記シャフトの端面において該凹部よりも外径側の領域は前記スラストプレートに対する当接面として機能し、前記シャフトと前記スラストプレートとは相互に軸線方向に対向する方向に加圧付勢され、且つ前記シャフトと前記スラストプレートとに所定電圧を印加することにより前記突起を溶融させ接合されており、前記突起の溶融物は前記凹部に收容されていることを特徴としている。

【0020】

このような構成を有することにより、シャフトとスラストプレートとが突起部分で抵抗溶接され、且つ溶融した突起は凹部内に收容されるのでこの凹部よりも外径側に位置するシャフト端部の当接面では溶接が行われない。従って、シャフトとスラストプレートとの当接面のうち、凹部内で両部材の接合が行われると共に、凹部よりも外径側の領域ではシャフトとスラストプレートとの当接面に溶融した金属が介在されることがないのでシャフトの軸心に対するスラストプレート

の直角度を高精度に確保することが可能になる。

【0021】

また、突起を円周状とすることによってシャフトとスラストプレートとを加圧した際の応力が周方向に分散されるので、厚みの薄いスラストプレートであっても歪みが生じることはない。加えて、突起を円周状とすることで溶接面積が拡大されるので溶接強度のバラツキを抑えることができるのと同時に、少ない溶融量で十分な溶接強度の確保が可能になるので、低い印加電圧及び短い通電時間で溶接することができ、シャフトやスラストプレートの電極との接触面が溶ける等の問題が回避される。

【0022】

つまりこの構成によれば、要求される支持剛性及び精度を維持しつつも、動圧軸受をより小型且つ薄型化並びに低コスト化することが可能になる。

【0023】

この場合、上記した凹部や突起はシャフトの端面に設けるのが好ましい。

【0024】

また、本発明の請求項3の動圧軸受は、円柱状のシャフトと、該シャフトの一方の端面に接合される円板状のスラストプレートと、該シャフトが相對回転自在に挿通される一方の端部が閉塞された中空円筒状の軸受部材と、該シャフトと該軸受部材との間に形成されるラジアル動圧軸受部と、該スラストプレートと該軸受部材との間に形成されるスラスト動圧軸受部とを備えた動圧軸受であって、前記シャフトと前記スラストプレートのいずれか一方の接合面には前記シャフトの外径よりも小径で、且つ軸線方向に凹陷する環状溝が設けられ、また他方の接合面にはこれよりも軸線方向に突出する円周状の突起と該突起よりも小径な環状凹部が設けられていると共に、前記シャフトの端面において該環状溝よりも外径側の領域は前記スラストプレートに対する当接面として機能し、前記シャフトと前記スラストプレートとは相互に軸線方向に対向する方向に加圧付勢され、且つ前記シャフトと前記スラストプレートとに所定電圧を印加することにより前記突起を溶融させ接合されており、前記突起の溶融物は前記環状溝に収容されていることを特徴とする。

【0025】

この構成によっても上記した請求項1の構成と同様に、要求される支持剛性及び精度を維持しつつも、より小型且つ薄型化並びに低コスト化することが可能になる。

【0026】

この場合、突起及び環状凹部はシャフトの接合面に、また環状溝はスラストプレートの接合面に設けるのが好ましい。

【0027】

尚、上記した動圧軸受は以下のような方法で製造することができる。すなわち本発明の請求項5は、

- ①前記シャフトと前記スラストプレートのいずれか一方の接合面に、前記シャフトの外径よりも小径で、且つ軸線方向に凹陷する円形状の凹部と、該凹部内に位置し、且つこれよりも軸線方向に突出する円周状の突起とを設け、
- ②前記シャフトと前記スラストプレートとは相互に軸線方向に対向する方向に加圧付勢し、且つ前記シャフトと前記スラストプレートとに所定電圧が印加して前記突起を前記シャフトの接合面において前記凹部よりも外径側の領域が前記スラストプレートの接合面に当接するまで溶融させると共に、該突起の溶融物を前記凹部に收容して溶接固定することを特徴としている。

【0028】

あるいは、本発明の請求項6は、

- ①前記シャフトと前記スラストプレートのいずれか一方の接合面に前記シャフトの外径よりも小径で、且つ軸線方向に凹陷する環状溝を設け、また他方の接合面にこれよりも軸線方向に突出する円周状の突起と該突起よりも小径な環状凹部とを設け、
- ②前記シャフトと前記スラストプレートとは相互に軸線方向に対向する方向に加圧付勢し、且つ前記シャフトと前記スラストプレートとに所定電圧が印加して前記突起を前記シャフトの接合面において前記環状溝よりも外径側の領域が前記スラストプレートの接合面に当接するまで溶融させると共に、該突起の溶融物を前記環状溝及び環状凹部に收容して溶接固定することを特徴としている。

【0 0 2 9】

これらの製造方法によれば、突起を円周状とすることで溶接強度のバラツキを抑制視、要求される支持剛性及び精度を維持しつつも、より小型且つ薄型化並びに低コスト化することが可能になる。またシャフトやスラストプレートを小径化することができ、オイルの粘性抵抗に起因する効率の低下を抑制することが可能になる。加えて、比較的到低い電圧を短時間通電することでシャフトとスラストプレートとを接合することが可能になるので、シャフトやスラストプレートの電極との接触面が溶ける等の問題が回避され、安定した品質を確保することができる。

【0 0 3 0】

また、本発明の請求項 7 は、円柱状のシャフトと、該シャフトの一方の端面にその軸心に対して実質的に直交するよう接合される円板状のスラストプレートとを抵抗溶接によって接合するための動圧軸受の製造装置であって、前記シャフト及び前記スラストプレートを相互に軸線方向に対向する方向に加圧付勢し、且つ前記シャフトと前記スラストプレートとに所定電圧を印加するために軸線方向に対向配置された一対の電極と、前記シャフトの軸心と前記スラストプレートの中心位置とを合致させるための調芯用治具とを備え、前記調芯用治具は、前記シャフトが挿通されることによってその軸心を所定位置に位置決めして保持するための円筒状のシャフト保持部と、前記スラストプレートが圧入されることによってその中心位置を所定位置に位置決めして保持するための環状のスラストプレート保持部とからなり、該スラストプレート保持部が樹脂から形成されてなることを特徴とする。

【0 0 3 1】

シャフトとスラストプレートとの接合にこの製造装置を用いることで、シャフトは調芯用治具のシャフト保持部によって高精度に位置決めがなされると同時に、スラストプレートも樹脂製のスラストプレート保持部に圧入されて位置決めされることによって、加工公差等に起因する寸法精度のバラツキは調芯用治具のスラストプレート保持部に吸収されるので、その影響を排除して両部材が同軸度良く調芯される。

【0 0 3 2】

また上記した動圧軸受をスピンドルモータに適用すると共に、このスピンドルモータによって記録ディスクを回転駆動することで、要求される回転精度を維持しながら全体を小型・薄型化すると共に、低コスト且つ低消費電力化が可能なスピンドルモータ並びにディスク駆動装置とすることができる。

【0 0 3 3】**【発明の実施の形態】**

以下、本発明の実施の形態について各図面を参照して説明するが、本発明は以下に示す実施例に限定されるものではない。

【0 0 3 4】**(1) スピンドルモータの構成**

図 1 に図示される本発明の実施の形態に係るスピンドルモータは、外周部にハードディスク（図 7 においてディスク板 5 3 として示す）が保持されるロータハブ 2 と、このロータハブ 2 に取付けられるシャフト 4 と、シャフト 4 の自由端部（ロータハブ 2 に取付けられる側とは反対側の端部）の外周面から半径方向外方に延伸する円板状のスラストプレート 6 とから構成されるロータと、ブラケット 8 に設けられた円筒状ボス部 8 a に固着されたスリーブ 1 0 とを有する。ロータハブ 2 の内面側には、ロータマグネット 1 2 が接着等の手段によって取付けられ、ブラケット 8 にはこのロータマグネット 1 2 と半径方向に対向してステータ 1 4 が配置される。

【0 0 3 5】

スリーブ 1 0 には、図 2 に図示するように、スリーブ 1 0 を軸線方向に貫通する貫通孔 1 0 a が形成されており、シャフト 4 は、この貫通孔 1 0 a との間に微小間隙を形成して挿通される。貫通孔 1 0 a の一方の開口側（ブラケット 8 側）には、スラストプレート 6 に対応して第 1 の段部 1 0 a 1 が形成され、貫通孔 1 0 a より内径が拡大すると共に、第 1 の端部 1 0 a 1 に連続して内径が更に拡大する第 2 の段部 1 0 a 2 が形成される。第 1 の段部 1 0 a 1 の平坦面はスラストプレート 6 の上側面との間に微小間隙を形成すると共に、第 1 の段部 1 0 a 1 の内周面はスラストプレート 6 の外周面との間に隙間を形成している。第 2 の段部

10a2には、貫通孔10aの開口を閉塞するスラストブッシュ16が取付けられており、このスラストブッシュ16は、スラストプレート6の下側面並びにシャフト4の自由端部側端面との間に隙間を形成している。

【0036】

これら貫通孔10aの内周面とシャフト4の外周面との間に形成される微小間隙、第1の段部10a1の平坦面とスラストプレート6の上側面との間の微小間隙並びに第1の段部10a1の内周面とスラストプレート6の外周面との間の隙間、更には、スラストブッシュ16とスラストプレート6の下側面との間の隙間は、全て連続しており、これら連続する各隙間内には、オイルが途切れることなく連続して保持されている。スリーブ10の貫通孔10aにおける内周面の上端部（ロータハブ2側端部）には、シャフト4の外周面との間に形成される微小間隙の半径方向の隙間寸法が、ロータハブ2側に向かって漸次拡大するよう傾斜面状に設けられており、この貫通孔10aの傾斜面状の内周面とシャフト4の外周面との間にオイルの界面が形成され、テーパシール17としての機能を奏する。

【0037】

(2) 軸受部の構成

次に、図1乃至図3を参照して、各軸受部について説明する。

【0038】

図2において図示されるように、スリーブ10の貫通孔10aの内周面には、テーパシール17の軸線方向内方側に、回転方向に対して相反する方向に傾斜する一対のスパイラル溝部を連結して構成される略「く」の字状のヘリングボーングループ18aによる周状の動圧発生溝列が形成されており、シャフト4の外周面との間に上部ラジアル動圧軸受部18が構成されている。

【0039】

このとき、上部ラジアル動圧軸受部18に形成されるヘリングボーングループ18aは、軸線方向上側（テーパシール17側）に設けられたスパイラル溝部のポンピング力が軸線方向下側（スラストプレート6側）に設けられたスパイラル溝部のポンピング力を上回るよう各スパイラル溝部が連結部に対して非対称に軸線方向に、つまりアンバランスな形状に形成されている。

【0040】

また同じく図2に図示されるように、スリーブ10の貫通孔10aの内周面には、第1の段部10a1に隣接して、ロータ6の回転時にオイルに流体動圧を誘起する、相反する方向に傾斜する一対のスパイラル溝部を連結して構成される略「く」の字状のヘリングボーングループ20aによる周状の動圧発生溝列が形成されており、シャフト4の外周面との間で下部ラジアル動圧軸受部20が構成される。

【0041】

下部ラジアル動圧軸受部20に形成されるヘリングボーングループ20aは、各スパイラル溝部が実質的に同等のポンピング力を発生するよう、回転軸心に対する傾斜角度、溝深さ、全長及び幅寸法が略同一となる、つまり各スパイラル溝部が連結部に対して線対称になるよう設定されている。

【0042】

スリーブ10に形成された第1の段部10a1の平坦面には、スパイラルグループ22aによる動圧発生溝列がスラストプレート6と同心円状に形成されており、スラストプレート6の上側面との間に上部スラスト動圧軸受部22が構成されている。このスパイラルグループ22aは、図3に図示するとおり、スラストプレート6の回転に応じてオイルを半径方向内方、つまりシャフト4側に作用する動圧が発生するようポンプイン形状を有しており、スパイラルグループ22aによって発生した流体動圧によって、スラストプレート6が第1の段部10a1から離間する方向に作用する軸支持力が得られる。

【0043】

更に、スラストプレート6の下側面と軸線方向に対向する、スラストブッシュ16の内面には、スパイラルグループ24aによる動圧発生溝列がスラストプレート6と同心円状に形成されており、スラストプレート6の下側面との間に下部スラスト動圧軸受部24が構成されている。このスパイラルグループ24aは、上部スラスト動圧軸受部22に形成されるスパイラルグループ22aと同様に、スラストプレート6の回転に応じてオイルを半径方向内方、つまりスラストプレート6の回転中心部側に作用する動圧が発生するよう、ポンプイン形状を有して

おり、スパイラルグループ 2 4 a によって発生した流体動圧によって、スラストプレート 6 がスラストブッシュ 1 6 に対して浮上する。尚、スパイラルグループ 2 4 a の具体的形状については上部スラスト動圧軸受部 2 2 に設けられるスパイラルグループ 2 2 a と実質的に同様であるので、図 3 を援用して図示は省略する。

【 0 0 4 4 】

このように、上部及び下部スラスト動圧軸受部 2 2 , 2 4 に形成される動圧発生溝をスパイラルグループ 2 2 a , 2 4 a とすることで、スラスト動圧軸受部に動圧発生溝としてヘリングボーングループを設ける場合に比べて、軸受としての効率が改善される。

【 0 0 4 5 】

すなわち、ヘリングボーングループは、上述したとおり、回転方向に対して相反する方向に傾斜する一対のスパイラル部溝を連結して構成される略「く」の字状の形状を有しており、ロータの回転時に軸受部の両端部側から、スパイラル溝部の連結部に向かってオイルをポンピングすることで、スパイラル溝部の連結部を頂点とする山型の圧力分布となる。これに対し、スパイラルグループ 2 2 a , 2 4 a では、軸受部の中心部、つまり上部スラスト動圧軸受部ではシャフト 4 の外周部また下部スラスト動圧軸受部 2 4 ではシャフト 4 の回転軸心部を含む略台形状の圧力分布となる。

【 0 0 4 6 】

従って、ヘリングボーングループを動圧発生溝として設けた場合と比べて、荷重支持にあたる有効面積を拡大することができ、同じ負荷のスピンドルモータに適用する場合、スラストプレート 6 の外径を小径化することができ、周速が小に保たれるので、オイルの粘性抵抗に起因する損失が抑制されることとなる。

【 0 0 4 7 】

つまりヘリングボーングループをスラスト動圧軸受部の動圧発生溝として適用する場合に比べ、同等の負荷性能（荷重支持力）を維持しつつ、損失を低減してスピンドルモータの消費電力量を抑制することが可能になる。

【 0 0 4 8 】

(3) シャフトとスラストプレートとの接合方法並びに接合に用いられる装置の構成

シャフト 4 とスラストプレート 6 との接合は、図 4 に示す接合装置を用いて抵抗溶接法により行う。抵抗溶接法は、溶接しようとする部分に電流を流し、そのジュール熱によって加熱しつつ圧力を加えて行う方法である。

【0049】

接合装置は、図 4 に示すように、外部直流電源及び通電制御手段（不図示）に接続された上下一対の電極 102, 104 を具備する。下側電極 104 は、中空円筒形状の外枠 106 に内嵌されており、また外枠 106 の内側には、シャフト 4 とスラストプレート 6 との調芯用治具 108 が嵌挿される。この調芯用治具 108 は、軸線方向に貫通すると共にシャフト 4 の軸心を所定位置に位置決めするための調芯用孔 108a1 が設けられたシャフト保持部 108a と、この調芯用孔 108a の軸線方向下側の端部に位置し、調芯用孔 108a と同軸状で、且つその内周面 108b1 によってスラストプレート 6 の調芯を図る環状のスラストプレート保持部 108b とから構成されている。このスラストプレート保持部 108b には、スラストプレート 6 が保持される内周面 108b1 の外周側から軸線方向に突出する環状壁部が設けられており、この環状壁部がシャフト保持部 108a の軸線方向下端部（下側電極 104 側端部）の外周面に設けられた段部に例えば接着等の手段によって装着されている。外枠 106 及びシャフト保持部 108a は、絶縁性を有する例えばアルミナ等のセラミックス材料から形成されているが、導電性を有する材料の表面に絶縁コーティング等の処理を施して形成することも可能である。またスラストプレート保持部 108b は例えばジュラコン樹脂等比較的硬質な樹脂から形成されている。更に、電極 102, 104 はそれぞれ電極面 102a, 104a を除いて絶縁コーティングが施されている。

【0050】

図 5 は、シャフト 4 及びスラストプレート 6 の各接合面近傍の拡大図である。尚、シャフト 4 の端面 4a 及びスラストプレート 6 の上側面 6a を、以下の説明ではそれぞれ接合面 4a, 6a という。シャフト 4 は硬度や耐摩耗性等の特性も考慮し、SUS420F 等の導電性を有するステンレス鋼から形成されており、

その接合面 4 a には、図 5 に示すとおり軸心を囲むように溶融物受け用凹部としての円環状の凹部 4 0 と、この凹部 4 0 の周壁 4 0 a とは離間する位置に円周状の突起 4 2 が形成されている。尚、突起 4 2 は凹部 4 0 と略同心円状で、且つ断面形状が略三角形あるいは略台形状に形成されており、その高さは約 0.1 mm 乃至約 0.2 mm 程度接合面 4 a よりも軸線方向に突出するよう設定されている。また、スラストプレート 6 は、導通抵抗等を考慮しシャフト 4 と同材料から形成されている。

【0051】

上記の如きシャフト 4 とスラストプレート 6 とは、以下の方法で抵抗溶接により接合される。すなわち、まずスラストプレート 6 をスラストプレート保持部 108 b の内周面 108 b 1 に対して圧入し、シャフト 4 をシャフト保持部 108 a の調芯用孔 108 a 1 内にスラストプレート 6 の接合面 6 a に突起 4 2 が当接するまで挿入する。次いで調芯用治具 108 を外枠 106 内に嵌挿するために軸線方向に降下させ、そしてスラストプレート 6 を下側電極 104 の電極面 104 a に接触させる。

【0052】

尚、調芯用孔 108 a 1 の内径をシャフト 4 の外径よりも約 0.002 mm 乃至約 0.005 mm 程度、またスラストプレート保持部 108 b の内周面 108 b 1 の内径をスラストプレート 6 の外径よりも約 0.005 mm 乃至約 0.01 mm 程度大径となるよう設定しておくことで、調芯用治具 108 の着脱を容易に行うことができるようになると共に、シャフト 4 の軸心とスラストプレート 6 の中心とを同軸度を精度良く調芯することが可能になる。更に、樹脂製のスラストプレート保持部 108 b の内周面に対してスラストプレート 6 を圧入して保持するので、スラストプレート 6 の加工公差等に起因する寸法精度のバラツキがスラストプレート保持部 108 b によって吸収され、スラストプレート 6 の中心位置を高精度に位置決めすることができる。

【0053】

調芯用治具 108 にてシャフト 4 とスラストプレート 6 との調芯を行った状態で付勢機構（不図示）によって上側電極 102 の電極面 102 a がシャフト 4 の

上側端面に当接するまで下降させ、シャフト 4 及びスラストプレート 6 の接合面 4 a, 6 a を当接させた状態で付勢機構によりこれら接合面 4 a, 6 a に約 5 0 k g f の圧力を付勢しつつ電極 1 0 2, 1 0 4 間へ約 1 0 ボルト (V) の直流電圧を約 0. 0 0 0 3 秒間印加する。またこの場合の実効電流は約 3, 0 0 0 アンペア (A) である。

【0 0 5 4】

これにより、シャフト 4 に設けた円周状の突起 4 2 の先端部とスラストプレート 6 の接合面 6 a において突起 4 2 と当接した部位が溶融する。そして、通電を終了すると溶融物は間もなく固化し、シャフト 4 とスラストプレート 6 との接合が完了する。尚、この接合の際に溶融物の金属結合により両部材は互いに引き寄せられ、接合面 4 a, 6 a の接近に伴って溶融物がシャフト 4 の凹部 4 0 内に流れ込むが、この接合方法によれば、比較的到低い電圧を短時間のみ印加するので、溶融物の発生量自体が少なく、凹部 4 0 の周壁 4 0 a を越えてそれ以上外径側に拡散することはない。従って、シャフト 4 の接合面 4 a の凹部 4 0 よりも外径側の領域とスラストプレート 6 の接合面 6 a とが溶融物が介在されることなく直接当接することで、シャフト 4 の軸心に対してスラストプレート 6 の直角度を高精度に確保することが可能になる。すなわち、シャフト 4 とスラストプレート 6 との同軸度と直角度の双方を高精度に維持して接合することが可能になる。その上、比較的到低い電圧を短時間のみ印加することでシャフト 4 とスラストプレート 6 との接合を行うことができるので、シャフト 4 及びスラストプレート 6 と上側電極 1 0 2 及び下側電極 1 0 4 との接触部分の溶融が防止されると共に、いわゆる溶接塵の発生を防止することが可能になる。

【0 0 5 5】

また、突起 4 2 が円周状に形成されることで、シャフト 4 及びスラストプレート 6 の接合面 4 a, 6 a の接触が線接触となり、圧力を付勢して抵抗溶接しても当該圧力及び通電によって発生するが周方向に分散されるので、スラストプレート 6 の厚み（軸線方向の寸法）を薄くしても歪みの発生を抑制することが可能になる。よって、ラジアル軸受部におけるシャフトの支持長さを犠牲にすることなく高い支持剛性を維持しながら、スピンドルモータの更なる小型・薄型化にも対

応可能となる。

【0056】

更に、突起42を円周状とすることでシャフト4とスラストプレート6との接合面積が増大するので、溶接強度の不足等のバラツキを防止することができ、安定した品質を確保することが可能になる。

【0057】

加えて、小型・薄型化が要求されるスピンドルモータにおいても、シャフト4とは別体のスラストプレート6を用いることが可能となることから、シャフトとスラストプレートとを一体成形する場合のようなスラストプレート付け根部分にバイト痕が生じることがないので、シャフト4及びスラストプレート6を小径化することができる。従って、オイルの粘性抵抗が抑制され高効率化することができるので、消費電力量を少なくすることが可能になる。

【0058】

(5) シャフトとスラストプレートとの接合方法の変形例

上記した接合方法に変えて、例えば図6に図示するとおり、シャフト4の接合面4a'に円周状の突起42'とこの突起42'よりも小径な環状凹部44を設けておき、スラストプレート6の接合面6a'に突起42'よりも大径な環状溝46を設ける構成とすることも可能である。この場合、突起42'の軸線方向寸法を約0.1mm乃至約0.2mmとすることで上記の接合方法と同様の工程にてシャフト4とスラストプレート6との抵抗溶接による接合が可能になる。つまり、突起42'とスラストプレート6の接合面6a'との当接する部位から生じた溶融物は、環状凹部44と環状溝46とに収納されることとなるので、環状溝46よりも外径側に拡散することがない。従って、環状溝46よりも外径側の領域におけるシャフト4の接合面4aとスラストプレート6の接合面6a'との当接が溶融物によって阻害されることがないので、この変形例においても、図5に図示される実施の形態の場合と同様の効果が得られる。

【0059】

(6) ディスク駆動装置の構成

図7に、一般的なディスク駆動装置50の内部構成を模式図として示す。ハウ

ジング 5 1 の内部は塵・埃等が極度に少ないクリーンな空間を形成しており、その内部に情報を記憶する円板状のディスク板 5 3 が装着されたスピンドルモータ 5 2 が設置されている。加えてハウジング 5 1 の内部には、ディスク板 5 3 上の情報を読み書きするヘッド 5 6、このヘッドを支えるアーム 5 5 及びこれらヘッド 5 6 及びアーム 5 5 をディスク板 5 3 上の所要の位置に移動させるアクチュエータ部 5 4 が配置されている。

【 0 0 6 0 】

このようなディスク駆動装置 5 0 のスピンドルモータ 5 2 として図 1 において図示されるスピンドルモータを使用することで、所望の回転精度を得つつもディスク駆動装置 5 0 の薄型化並びに低コスト化が可能になる。

【 0 0 6 1 】

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は係る実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲を逸脱することなく種々の変形乃至修正が可能である。

【 0 0 6 2 】

例えば、上記の実施の形態においては、シャフト 4 とスラストプレート 6 とを同じ材料から形成した場合を例にあげて説明したが、抵抗溶接を行うにあたり不具合がなければ異種材料から形成することも可能である。

【 0 0 6 3 】

また、上記の実施の形態においては、シャフト 4 及びスラストプレート 6 がロータハブ 2 とともに回転するいわゆる軸回転型のスピンドルモータについて説明したが、本発明はシャフト及びスラストプレートが静止部材の一部を構成するいわゆる軸固定型のスピンドルモータ及びこれに用いられる動圧軸受にも勿論適用可能である。

【 0 0 6 4 】

更に、スリーブ 1 0 は、アルミニウム系の材料、銅系材料、ステンレス鋼といった無垢の金属材、あるいは銅粉末や鉄粉末等を焼結した焼結材等から適宜選択して使用可能である。

【 0 0 6 5 】

加えて、ブラケット 8 は、ディスク駆動装置のハウジング（図 7 において、ハウジング 51 として示す）にネジ等の手段で固定されるが、ハウジングとブラケットとを一体化することで、このハウジングをブラケット 8 として用いることも可能である。

【0066】

【発明の効果】

本発明の動圧軸受及び動圧軸受の製造方法によれば、要求される支持剛性及び精度を維持しつつも、動圧軸受をより小型且つ薄型化並びに低コスト化することができると共に、安定した品質を確保することが可能になる。またシャフト及びスラストプレートの小径化することが可能になり、オイルの粘性抵抗を抑制して高効率化することができる。

【0067】

また本発明の動圧軸受の製造装置によれば、加工公差等に起因する寸法精度のバラツキによる影響を排除してシャフトとスラストプレートとを同軸度良く調芯することができる。

【0068】

更に、本発明のスピンドルモータ及び記録ディスク駆動装置によれば、要求される支持剛性及び回転精度を維持しながら全体を小型・薄型化すると共に、低コスト且つ低消費電力化が可能なスピンドルモータ並びにディスク駆動装置とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る動圧軸受及びこれを用いたスピンドルモータの概略構成を示す断面図である。

【図 2】

スリーブの断面を模式的に示した断面図である。

【図 3】

スラスト動圧軸受部に形成されるスパイラルグルーブの模式図である。

【図 4】

シャフトとスラストプレートとの接合に用いる装置の概略構成図である。

【図 5】

スラストプレート及びシャフトの接合面近傍の拡大図である。

【図 6】

図 6 に図示する実施の形態の変形例である。

【図 7】

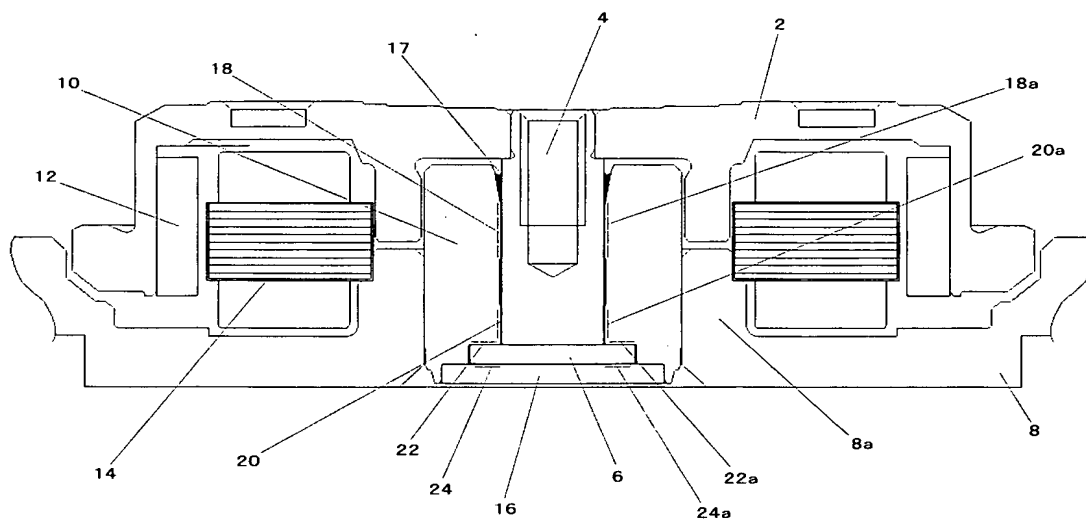
ディスク駆動装置の内部構成を模式的に示す断面図である。

【符号の説明】

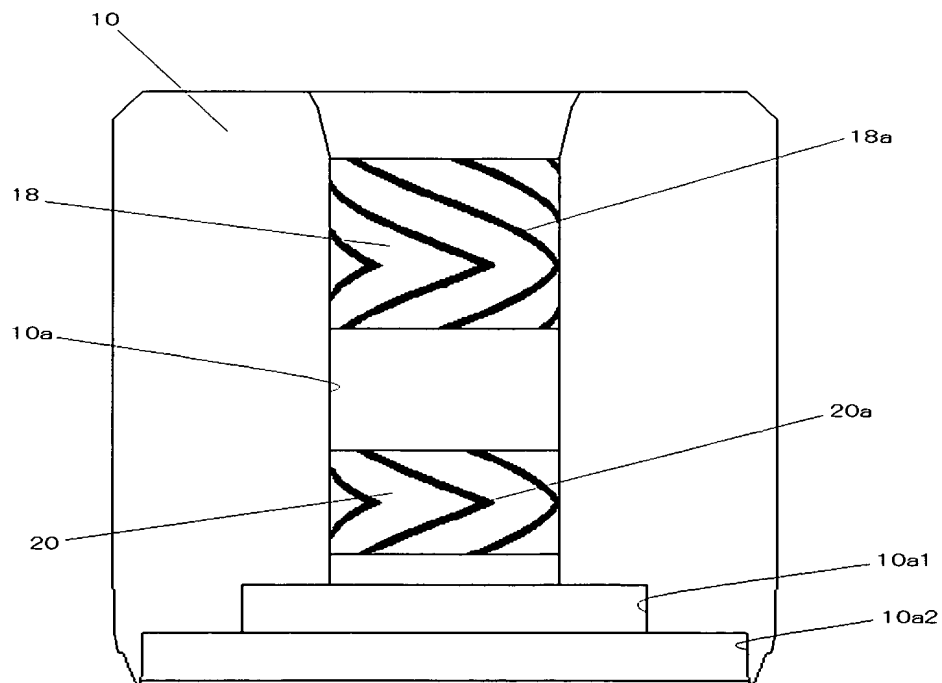
- 4 シャフト
- 6 スラストプレート
- 4 a, 4 a', 6 a, 6 a' 接合面
- 18, 20 ラジアル軸受部
- 22, 24 スラスト軸受部
- 40 凹部
- 42, 42' 突起
- 44 環状溝
- 46 環状凹部
- 102, 104 電極
- 108 調芯用治具
- 108 a シャフト保持部
- 108 b スラストプレート保持部

【書類名】 図面

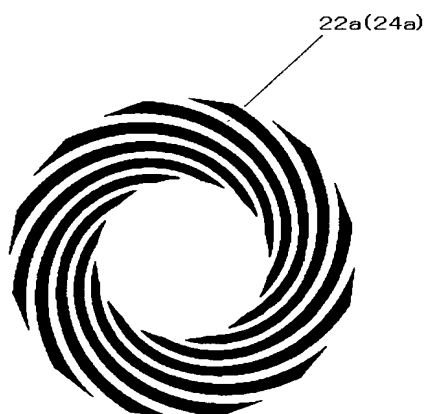
【図 1】



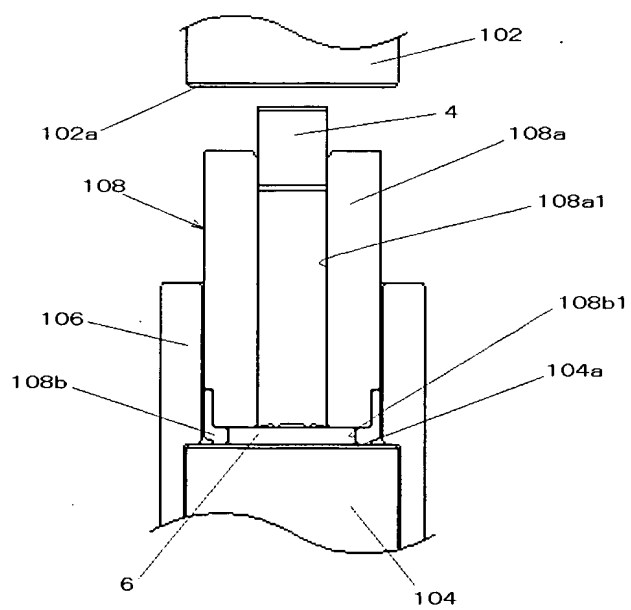
【図 2】



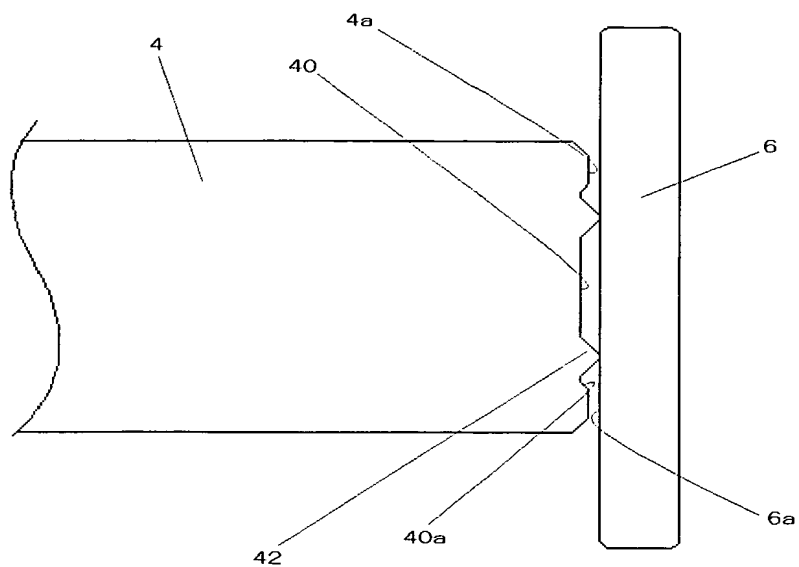
【図 3】



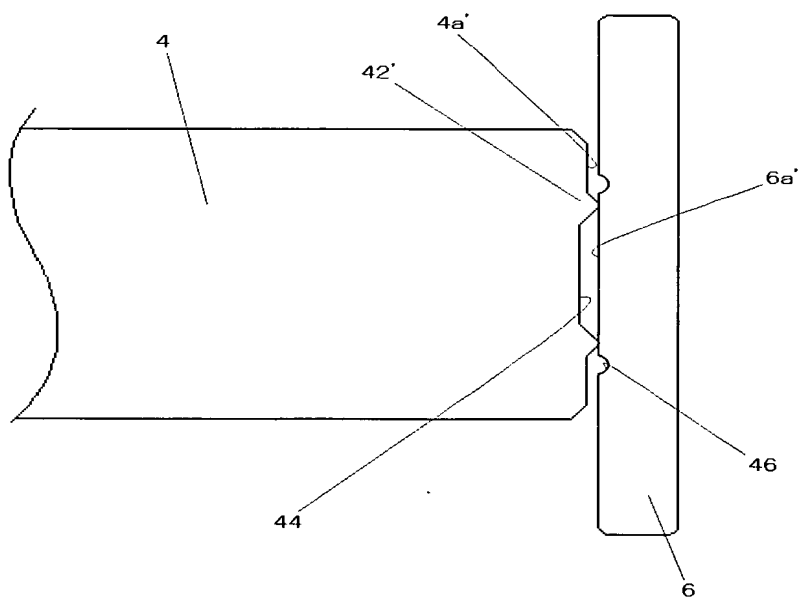
【図 4】



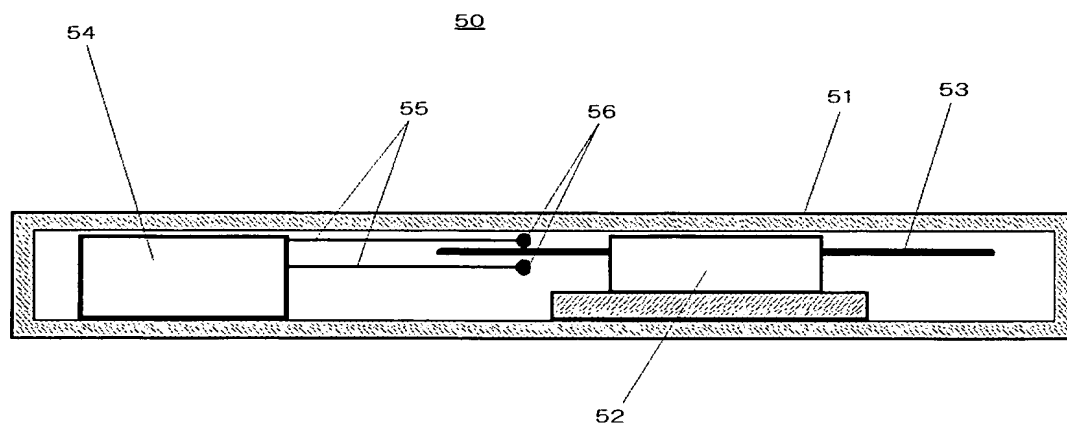
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 動圧軸受を構成するシャフトとスラストプレートとを簡単な方法で高精度に接合する。

【解決手段】 シャフト及びスラストプレートのいずれか一方の接合面に円周状の突起、シャフトよりも小径な環状溝を設け、両部材を線接触させて抵抗溶接によって接合することで、これらの接合面に溶接される領域と溶接されない領域とが形成されるようにしてシャフトに対するスラストプレートの直角度を高精度にする。また、シャフトとスラストプレートとの接合を行うに際し、スラストプレートを樹脂製の調芯治具に保持させてその中心位置の位置決めを行うことで、加工公差等による影響を排除してシャフトとの同軸度を良好なものとする。

【選択図】 図 5

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 1 1 6 7 1 4
受付番号	5 0 3 0 0 6 6 3 5 8 8
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 5 年 4 月 2 3 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 4月22日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 1 6 7 1 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 2 3 2 3 0 2]

- | | |
|----------|------------------------|
| 1. 変更年月日 | 1 9 9 3 年 1 0 月 1 5 日 |
| [変更理由] | 住所変更 |
| 住 所 | 京都市右京区西京極堤外町 1 0 番地 |
| 氏 名 | 日本電産株式会社 |
| 2. 変更年月日 | 2 0 0 3 年 5 月 2 日 |
| [変更理由] | 住所変更 |
| 住 所 | 京都府京都市南区久世殿城町 3 3 8 番地 |
| 氏 名 | 日本電産株式会社 |